

各异常矿体顶部埋深 表 3

化极类型	异常号	计算方法和埋深 (米)			说 明
		普通方法	本文所介绍的 方 法	钻探结果	
ΔT	I	543	562	550	①计算结果已减去飞行高度100米; ②普通方法用的为任意点法且均用 Z_a 曲线
	II	660	635	641	
	III		562	543	
Z_a	I	543	617	550	
	II	660	667	641	
	III		531	543	

正常磁倾角 56° , 对 Z_a 用的为 46° (对矿体做退磁改正后的磁倾角)。

3. 在 ΔT 列线图查得无限薄板在 56° 磁倾角时的 D/h 值为0.68。在 Z_a 列线图查得 46° 磁倾角时的 D/h 值为0.405。

4. 在图3上量得各异常 ΔT 极值点与 Z_a 极值点间距离如下: I号异常 $D = 450$ 米; II号异常

$D = 500$ 米; III号异常 $D = 450$ 米。

在图4上量得各异常 Z_a 和 Z_{a1} 极值点间距离分别为, I号异常 $D = 250$ 米; II号异常 $D = 270$ 米; III号异常 $D = 215$ 米。

从上面所介绍的计算结果来看, 用本文所介绍的方法计算的深度均与实际深度很接近, 效果还是很好的。方法的关键在于找准极值点位置, 准确地量得极值点之间的距离 D 。即可得到满意的结果。

1. 该方法简便, 对已进行化极处理的大面积的磁异常, 可迅速地求得磁性体的大致深度, 并不需要任何剖面 and 复杂的计算, 因此它有一定的实用价值。

2. 该方法还有其局限性, 只适用于少数几种几何形体, 对其他形体尚需进一步研讨。

我队张守良和陆汉德同志, 还有冶金部物探公司顾振津和冯革同志, 对本文提出了宝贵意见, 在此一并致谢。

岩体型钨 (钼) 矿床的地球化学特征

广东冶金地质九三七队

邬凤茂

岩体型钨 (钼) 矿, 是近几年来被重新认识的、很有找矿前景的一种矿床类型。它具有埋藏浅、品位低、规模大等特点。矿床产于岩体中或接触带上, 矿体为岩体的组成部分。具面型蚀变和矿化 (亦有线型蚀变叠加)。矿石为浸染或细脉浸染状, 多数以白钨矿为主。化探对找这类矿床有显著效果。许多岩体型钨 (钼) 矿床的发现, 化探都起了重要作用。

近几年来在粤北地区我队在地质与化探紧密配合下进行岩体型钨 (钼) 矿床的普查找矿工作, 取得了一定的成果, 找到了一些矿床和异常区。其中有大宝山斑岩钨 (钼) 矿床; 红岭花岗岩型钨 (钼) 矿床; 沟子坑斑岩钨 (钼) 矿床等。通过深部评价或勘探证实了前二个为大型矿床, 后者为中小型矿床。

本文根据我队对粤北一些岩体型钨 (钼) 矿

床的找矿评价工作成果, 结合国内有关资料, 对成矿岩体地球化学、指示元素异常特征以及某些找矿问题作一简要综述。

成矿岩体的某些地球化学特征

成岩、成矿的亲缘性和继承性, 主要表现在岩浆的化学成份和微量元素的含量上。与岩体型钨 (钼) 矿床成矿紧密相关的岩体一般为浅成、超浅成燕山期中酸性岩体。成矿与分异较完全的晚期细粒或中细粒岩体有直接关系。含矿岩体出露面积较小, 多在0.5平方公里以内。岩体的化学成份和微量元素均有一定的规律性。

一、常量元素

国内部分岩体型钨矿床成矿岩体的岩石化学成份列于表1。从中可见:

1. 岩体大多数属铝过饱和系列岩石。 Al_2O_3

表 1

成 矿 岩 体 化 学 成 份 表

矿 区	岩 性	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	灼 失	总 量	K ₂ O + Na ₂ O	K/Na	TFe + MgO + CaO	拉 森 指 数	Al ₂ O ₃ /K ₂ O + Na ₂ O + CaO
红 岭	细粒白云母花岗岩	75.20	0.066	13.21	0.76	1.45	0.065	0.45	0.615	2.70	4.51	0.11	1.04	99.722	7.01	1.6	3.275	26.1	1.7
大宝山	花岗闪长斑岩	68.82	0.52	14.34	1.39	1.54	0.04	1.10	1.66	1.58	5.02	0.18	1.96	99.94	6.68	3.17	5.69	22.27	1.7
沟子坑	花岗岩	73.82	0.04	13.82	0.31	0.98	0.032	0.16	0.15	4.15	4.56	0.012	1.54	99.574	8.71	1.1	1.6	27.57	1.6
阳麓岭	花岗闪长斑岩	69.86	0.47	14.17	2.70	2.14	0.03	0.38	2.66	2.54	4.14	0.04	1.00	100.13	6.68	1.63	7.88	19.55	1.5
莲花山	石英斑岩	63.26	0.30	14.59	2.39	4.37	0.50	1.48	0.26	1.05	9.13	0.07	4.33	99.93	10.18	8.7	8.5	21.70	1.4
夜长坪	花岗岩	73.05	0.043	12.95	0.91	0.60	0.14	0.42	0.62	2.70	7.46	1.52	0.05	100.47	10.16	2.76	2.55	29.26	1.2
塔 前	花岗闪长斑岩	67.47		15.03	0.79	3.41		1.50	3.17	3.83	3.73			98.88	7.56	0.97	8.87	17.35	1.4
七宝山	花岗闪长斑岩	66.57	0.32	14.52	1.29	1.51	0.078	1.13	3.91	2.41	6.67			98.42	9.08	2.76	7.84	21.02	1.1
行洛坑	细粒花岗岩	73.07	0.21	13.08	1.42	1.30	0.27	0.55	1.47	2.86	5.19	0.01	0.965	100.40	8.05	1.8	4.74	24.80	1.4
下桐坑	中细粒花岗岩	76.35	0.06	14.76	0.531	0.874	0.191	0.148	0.637	7.5		0.072		101.13			2.19	23.26	1.8
大青山	细粒白云母花岗岩	74.72	0.04	13.68	0.43	0.695	0.57	0.17	0.045	5.75	2.37	0.079	0.36	98.909	8.12	0.41	1.34	25.9	1.7
大明	细粒白云母花岗岩	77.85	0.01	12.07	2.316	0.754	0.058	0.48	0.362	0.103	3.325	0.123	0.24	97.778		32.2	3.9	25.375	3.2
头天明	细粒白云母花岗岩	76.63	0.18	11.10	0.69	2.73	1.65	3.89	0.88	3.46	4.28				7.74	1.24	8.19	21.63	1.3

表 2

成 矿 岩 体 微 量 元 素 特 征 表

岩 体	项 目	W	Be	Bi	Mo	Sn	Cu	Pb	Zn	B	Ga	F	Ti	Ni	Co	V	Cr	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	TR ₂ O ₃	Li ₂ O	Rb ₂ O	Cs
红 岭	含 量	0.067	0.0024	0.004	0.015	0.0031	0.023	0.0034	0.02	0.0024	0.0036	0.24	0.1	0.001	0.001	0.0015		0.0032	0.0014	0.0401	0.0196	0.059	
	比 值	447	4.4	4000	150	10.3	11.5	1.7	3.2	1.6	1.8	3	0.43		2	0.32		1.6			4.9	2.95	
沟子坑	含 量	0.01	0.01	0.003	0.002	0.01	0.008	0.01	0.01	0.001	0.001	1.82	0.1			0.01	0.003	0.01			0.03		
	比 值	67	18	3000	20	33.3	4	5	1.6	0.7	0.5	22.7	0.43			2.5	1.2	5			7.5		
大宝山	含 量	0.02	0.001	0.001	0.1	0.001	0.005	0.01	0.01	0.001	0.003	0.12	0.5	2.5	0.003	0.01	0.01	0.0004	0.001	0.0021		0.014	0.0025
	比 值	133	1.8	1000	1000	3.3	2.5	0.5	1.6	0.7	1.5	1.5	2.17		6	2.5	4	0.2	2.8			0.7	5

“比值”为含量与拉克克值之比。

与 $K_2O + Na_2O + CaO$ 之比值均大于1。 SiO_2 的含量在63~77.85%之间,而且大于73%者所占比例较大。成矿岩体的酸度比斑岩铜矿的成矿岩体要大(斑岩铜矿一般在60~70%之间)。

2.碱值($K_2O + Na_2O$)一般在6~10%,且大多数岩体 K_2O/Na_2O 大于1。

3. $TFeO + CaO + MgO$ 之和小于9%,比斑岩铜矿低(斑岩铜矿一般3~4%)。

4.拉森指数一般随着岩浆演化由早到晚逐渐增高。与岩体型钨(钼)矿有关的岩体其拉森指数大于20,比斑岩铜矿高(斑岩铜矿一般为10~20%)。

因此岩体型钨(钼)矿成矿岩体与斑岩铜矿成矿岩体相比具有高硅、富碱、低铁、镁、钙的特点。

二、微量元素

反映矿床与岩体之间亲缘关系的微量元素在成矿岩体中也有许多特殊性。现将红岭、大宝山、沟子坑等矿区成矿岩体的微量元素含量及其与同类岩石的克拉克值之比列于表2,从中可见:

1.钨、铋、钼、铍、锡等成矿元素含量高。钨钼元素比克拉克值高几十至几百倍,铋高几千倍,铍、锡高几倍至几十倍。另外,有些岩体铜、铅、锌、银等元素亦偏高。

2.矿化剂元素氟较高,钡变化不大。

3.亲石元素铈、钼、锂、铷、铯略偏高。

4.铁族元素钛、镍、铬、钴、钒、镓等都比较稳定。

此外岩体型钨矿床成矿岩体的硫同位素组成与斑岩铜矿接近。 $\delta S^{34}\%$ 变化区不大,接近于陨石型。

岩体型钨(钼)矿床的异常特征

一、指示元素

岩体型钨(钼)矿床亦是岩浆热液矿床。其形成始于岩浆结晶期末,成矿物质主要来自岩浆。地球化学异常元素组份主要有W、Mo、Sn、Bi、Be、Cu、Pb、Zn、Ag、As、Li等,这些元素是寻找岩体型钨(钼)矿床的指示元素。

二、异常的形态、规模

岩体型钨(钼)矿床地表化探异常形态受岩体和构造两者的联合控制,异常多呈面形展布,其形态大致可分椭球状环状、半环状和带状。例如,沟子坑矿区异常形态变化受北东向接触带和花岗斑岩体的控制,为椭球状;大宝山斑岩钨钼矿床其异常受花岗闪长斑岩体的控制,异常呈环状;红岭花岗岩型钨(钼)矿床异常受白云母花岗岩及南北向断裂控制,异常呈近南北的带状分布。

异常规模包括面积和强度,在埋藏差不多的情况下,矿床规模大,异常面积亦大。已知矿区实例表明,一个具有一定规模的岩体型钨(钼)矿床,其主要指示元素异常面积大于0.5平方公里。异常强度与地表矿化强度有关。矿床的埋深、矿石的品位、剥蚀的深度均是影响异常强度的因素,因此不同矿区异常值变化较大。根据一些矿区的资料,一般原生晕钨异常50~70ppm就基本反映矿化岩体,200ppm反映强烈矿化地段;400ppm以上指示深部有工业钨矿体存在。

实际资料证明,岩体型钨(钼)矿床钨异常的衰减比脉钨矿床要缓慢得多。

三、异常组份分带特征

岩体型钨(钼)矿床与分异较好的岩体有密切的关系,异常的形成与岩体的分异演化相联系。虽然岩体型钨(钼)矿床的异常分带远不如斑岩铜矿明显,但亦有一定的规律。我们根据异常与矿床的空间关系,成因联系和异常组分分带,浓度分带等特征来谈谈矿带、矿田、矿床、矿体异常的一般特征。

1.矿带异常特征:

异常展布受区域构造岩浆带控制,区域内分布W、Mo等元素的高背景带。带内有一系列W、Mo、Sn、Bi、Be、Cu、Pb、Zn、As、Ag等元素的局部异常组成,异常群展布方向与构造岩浆带相对应。如粤北大东山—贵东构造岩浆带,展布一系列东西向异常群。

2.矿田异常特征:

矿田异常由内带元素异常和外带元素异常组成。内带主要有W、Mo、Bi、Sn、Be、Cu等,外带异常有Cu、Bi、Pb、Zn、As、Ag、Sb等,且围绕内带元素呈环状或半环状断续分布。两带

之间呈重叠过渡关系。

许多实例表明,在一个矿田内,不仅有钨、钼矿床,而且亦有铜、铅、锌等各类矿床。可见矿田异常组份是复杂的。化探重砂、次生晕、分散流、水化学等异常都可在矿田周围展布。有些矿田化探做过包裹体热晕、蒸发晕及挥发性元素的原生晕测量,亦有明显异常。主要成矿元素钨,一般不易溶于地表水中,黑钨矿、白钨矿其密度高、脆性大,容易破坏成细颗粒,广泛分散。因此矿田周围有明显的次生晕、分散流、重砂钨异常,亦有钼、铋、锡的异常。在碱度较高的水中钨溶解度增大,活动性增强,矿田周围也有钨的水化学异常。

现以大宝山矿田为例说明矿田异常的特征。大宝山矿田处于大东山—贵东构造岩带与北东向断裂带交汇处。在矿田范围内分布有钨、钼、铜、铋、铅、锌、铁、硫等多种类型矿床。矿田异常的特点是,异常组份复杂、面积大、异常有分带特征,外带围绕内带呈环状分布。

矿区原生晕测量结果表明:原生晕钨、锡异常最大限度地相对积聚于花岗闪长斑岩体内,钼在接触带上出现高值区,铜在接触带外侧,而铅、锌、铋、银则离岩体更远。

图1是大宝山矿田次生晕、分散流异常平面图。从图可见:次生晕钨、锡、钼异常紧紧环绕大宝山和船肚钨、钼矿床展布,比矿床大1~2倍,次生晕铜、铅、锌异常围绕大宝山多金属矿床展布,比矿床大2~3倍。而分散流异常范围则更大,可扩展到离矿体2~3公里。水化学异常距矿体4~5公里处仍可见及。

从大宝山矿田总体来看,异常展布严格受岩体和断裂控制。以大宝山花岗闪长斑岩为中心,各种元素呈环带状分布,内带以钨、锡、钼为主,外带以铜、铅、锌、铋、银、铋异常为主,从而构成一个矿田异常模式。分散晕的相对规模是水化学>分散流>次生晕>原生晕。

3. 矿床异常特征:

岩体型钨(钼)矿床内带异常以钨、钼为主,有些伴有锡、铋、铍、氟等元素中的某几种元素异常。钨、钼异常有明显的浓集中心,高值区指

示矿体赋存部位。边缘带异常,由铜、铅、锌、氟、铋、银、铋等元素的几种异常组成,围绕内带异常分布,两带在空间上呈交叠过渡关系。矿床异常组份比矿田异常组份要简单得多,异常面积也较小,一般仅为0.1~1平方公里。

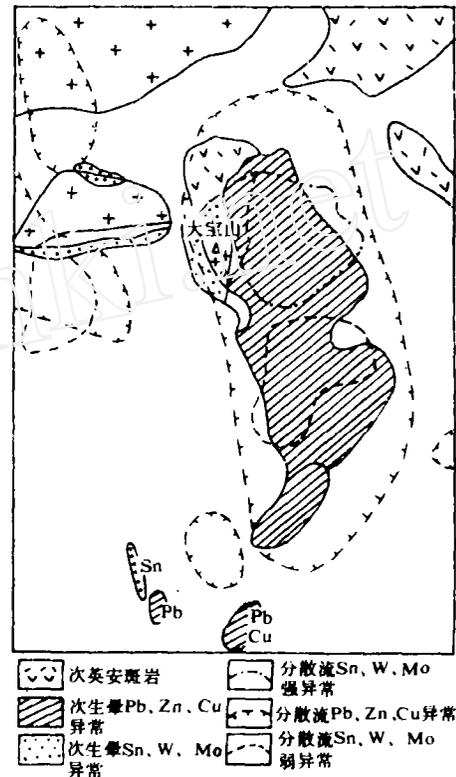


图1 大宝山矿区次生晕、分散流异常平面图

图2为沟子坑斑岩钨钼矿床次生晕成果图,该矿床处于南岭隆起区,九连山复式背斜的南西部,为东西和北东向构造带的交汇部位。斑岩钨(钼)矿床产于花岗斑岩中及其接触带上。从化探成果图可见:钨、钼、铋异常紧紧围绕含矿岩体呈近似椭球状展布并与圈定的矿化带范围一致。锡异常有两个中心,在花岗斑岩中分布有100ppm异常,而在外接触带砂板岩中亦有较强的锡异常,这可能是砂板岩中锡矿化引起。铜、铅异常分布在W、Mo、Bi异常的外侧,展布方向与矿带方向一致,铋异常在外带零星分布。

4. 矿体异常特征:

矿体原生晕异常,在空间上与矿体紧密相伴,在时间上与矿体同时形成,围绕矿体在空间上有组份分带和浓度分带。在赋矿地段进行化探剖面

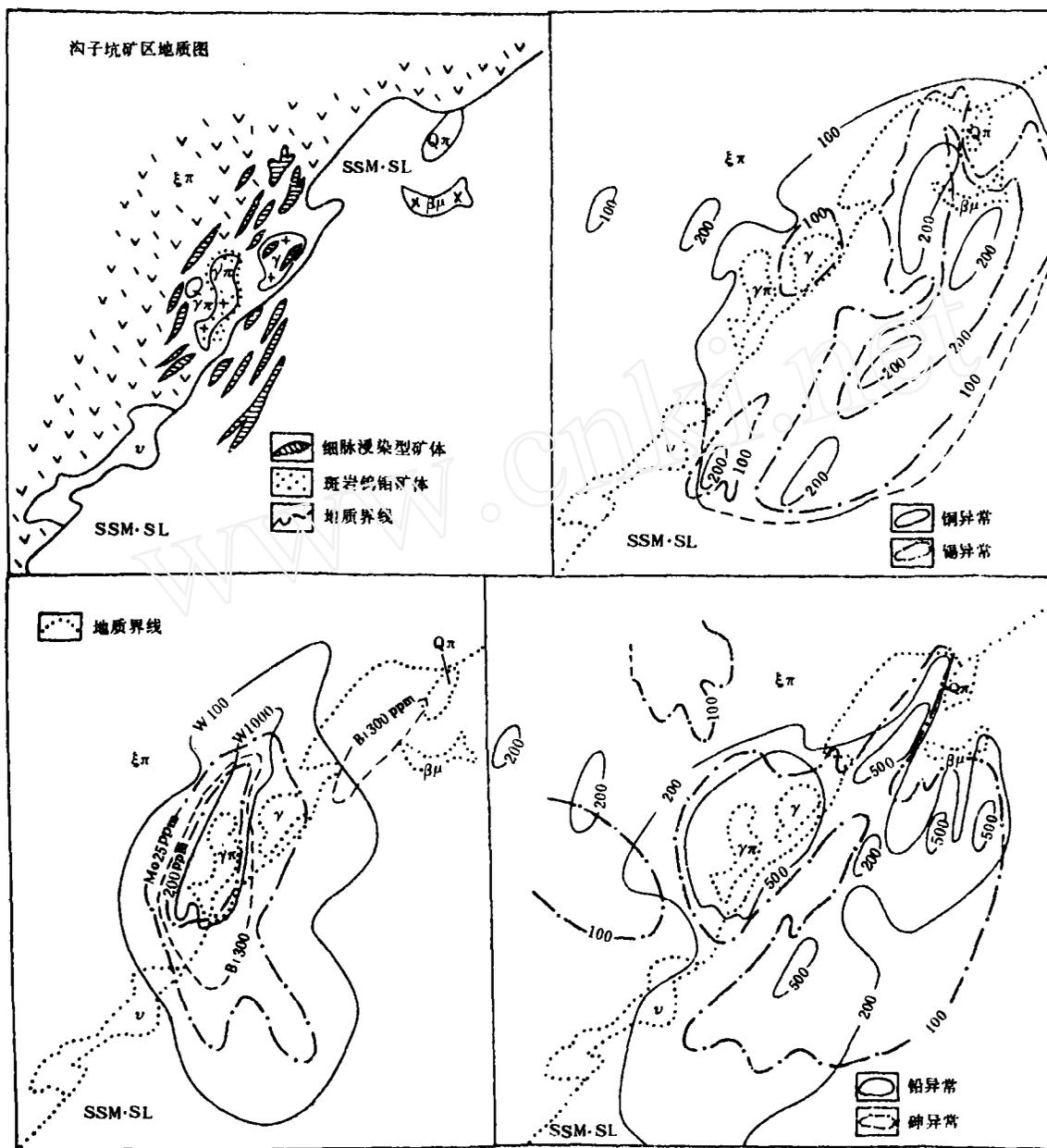


图2 沟子坑矿区次生晕异常平面图 (1:2万)

SSM·SL—变质砂岩与板岩互层; $\xi\pi$ —次英安斑岩; γ —中细粒斑状花岗岩; $\gamma\pi$ —花岗斑岩; $Q\pi$ —石英斑岩;
 $\beta\mu$ —辉绿岩; v —凝灰岩 (各元素异常均为ppm)

测量,在矿体上方以W、Mo (Sn) 为中心,依次为Bi、Cu、Pb、Zn、As等向外扩展。Cu/W、Bi/W、As/W、Pb/W、Zn/W高比值出现在W、Mo异常带的两侧。

研究矿体中各元素原生晕异常的浓度分带,一般按元素背景值的2、8、32 (部分元素用2、

4、8倍)为界,将该元素浓度分为内、中、外带异常。

图3为红岭620剖面原生晕浓度分带图。可见:钨内带晕及钼、铋、铜中带晕指示矿体赋存部位。铋、铜外浓度带为找矿标志。成矿元素浓度由低至高的梯度变化可指示矿体的赋存部位。

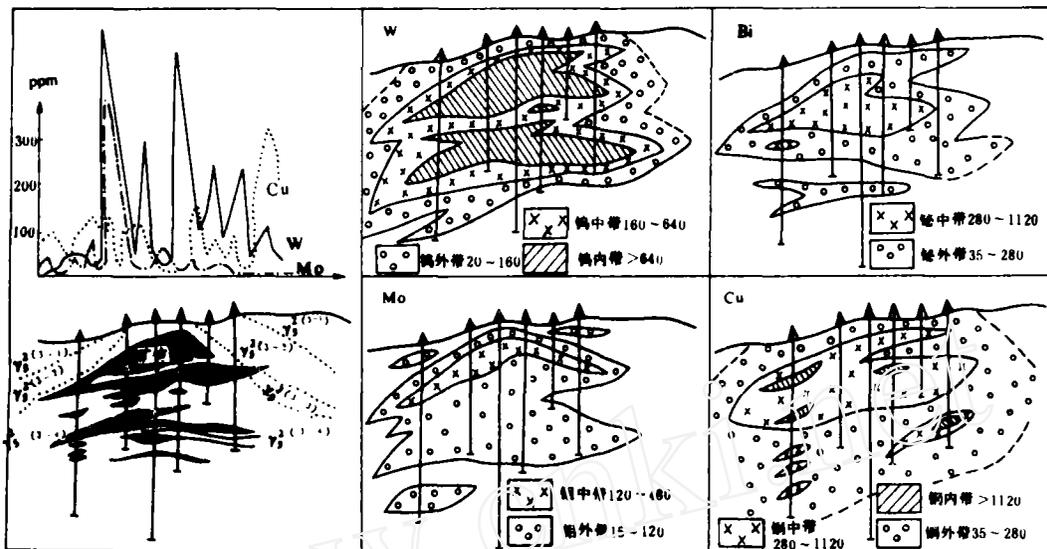


图3 红岭钨矿床地球化学综合剖面图

找矿方法

一、重砂和分散流，仍是目前区域普查中圈定岩体型钨（钼）矿远景区，或寻找含矿岩体的一种快速、有效的方法。一般用1/2.5万~1/5万普查网度为宜。分析钨、锡、铋、钼、铜、铅、锌、铍、砷等已能满足找矿要求。受岩浆构造带和深大断裂复合控制的以钨、钼为主并有其他元素伴生的综合异常群，是寻找岩体型钨（钼）矿床远景区和成矿岩体的直接标志。

二、次生晕法配合少量原生晕法是在详查和评价阶段常采用的有效方法，分析元素除普查阶段选用的元素外，可适当增加某些亲石元素和挥发性元素，如铌、钽、锂、铷、铯、氟、硼等。有条件时测定矿物包裹体热晕和蒸发晕亦是有效的方法。地表以钨、钼为主的多元素综合异常，钨、钼有明显的浓集中心，异常有一定的规模，

异常浓度衰减较慢，异常区内有面型蚀变，是寻找岩体型钨、钼矿床的良好标志。地表原生晕钨、钼高值异常指示矿床赋存部位。利用钻孔原生晕可追踪盲矿体，甚至可用原生晕的含量直接圈定矿体。

三、本类型矿床的成矿岩体，大都经过多次分异作用，岩浆期自变质作用及岩浆期后热液作用。成矿与晚期岩浆关系密切。岩体具有高硅、富碱、贫钙、铁、镁等特点。微量元素和挥发性元素相对富集。因此进行岩体评价，是寻找岩体型钨、钼矿床的一种效率高的方法。在岩体评价时除分析成矿和伴生元素外可适当增加一些亲石元素和矿化剂元素，以便正确评价岩体的含矿性以进行综合找矿。

本文是根据我队化探组集体工作成果整理而成，并得到公司古菊云工程师的指导。

磁黄铁矿中的元素及其比值用于化探

最近，对日本下川层状黄铁矿型铜矿床和母岩内广泛分布的磁黄铁矿中的微量元素作了研究。从取自岩芯的样品中分离磁黄铁矿，然后用原子吸收光谱分析微量元素。

结果表明，随着远离矿体，磁黄铁矿中的Ni、Mn、Cr等元素增加，而Co相应减少；Ag、In、Bi、Sb、Cd

的含量及S同位素比值，在矿床和母岩中产出的两种磁黄铁矿中不见有何差异。

由此看来，川下矿床中指示矿物磁黄铁矿的Ni、Co、Mn、Cr或其比值可充分用于地球化学探查。该法必将比以往的化探方法探查精度更高。

（余平摘译自日本《矿山地质》，1982，第3期，第180页）